

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 42 44 298 A 1

⑮ Int. Cl.<sup>5</sup>:

B 32 B 19/06

B 32 B 17/04

B 32 B 17/06

B 32 B 27/20

H 01 B 3/04

// B32B 27/38,31/12,

D06N 7/00,D03D

15/12

⑯ Anmelder:  
Asea Brown Boveri AG, Baden, Aargau, CH

⑯ Vertreter:  
Rupprecht, K., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 61476 Kronberg

⑯ Aktenzeichen: P 42 44 298.2  
⑯ Anmeldetag: 28. 12. 92  
⑯ Offenlegungstag: 30. 6. 94

⑯ Erfinder:  
Schuler, Roland, Wettingen, CH

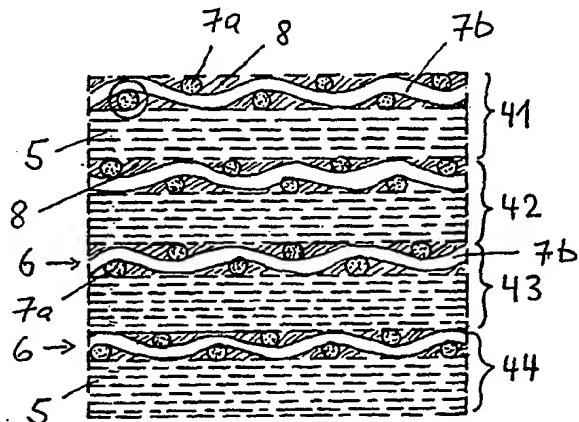
⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	28 18 193 C2
DE	38 38 345 A1
DE	30 49 940 A1
DE	30 17 490 A1
DE	22 61 686 A1
US	50 79 077
US	48 06 806
SU	5 28 616

⑯ Isolierband und Verfahren zu seiner Herstellung

⑯ Zur Verbesserung der thermischen Leitfähigkeit der Hauptisolation eines Leiterstabes einer elektrischen Maschine wird ein Isolierband vorgeschlagen, das aus einer oder mehreren Glasgewebe- (6) und Glimmerschichten (5) besteht. Nur im wesentlichen die Maschen des aus Glasfäden (7) aufgebauten Glasgewebes (6) sind mit einem Harz (8) gefüllt, das mit einem Füllmittel versehen ist, das mikroskopisch kleine Partikel (9) enthält mit einer Wärmeleitfähigkeit größer als die des Harzes. Zum Schutz der Glasfäden (7) des Gewebes sind dessen Fäden (7) mit einem Schutzüberzug (10) aus Harz oder Lack versehen, wobei dieser Schutzüberzug (10) im wesentlichen nur die Fäden des Glasgewebes (6) umgibt, im übrigen jedoch die Maschen des Gewebes nicht ausfüllt.

Eine aus einem solchen Isolierband aufgebaute Hauptisolation erfüllt alle Anforderungen hinsichtlich mechanischer und thermischer Beständigkeit, elektrischer Festigkeit.



## Beschreibung

## Technisches Gebiet

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf ein aus einer oder mehreren Gewebe- und Glimmerschichten bestehendes Isolierband, wobei im wesentlichen die Maschen des aus Fäden aufgebauten Gewebes mit einem Harz gefüllt sind, das mit einem Füllmittel versehen ist, das mikroskopisch kleine Partikel enthält mit einer Wärmeleitfähigkeit größer als die des Harzes.
- 10 Die Erfindung bezieht sich ferner auf ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Isolierbandes.

## Technologischer Hintergrund und Stand der Technik

- 15 Große elektrische Maschinen mit indirekt gekühlter Statorwicklung stellen hohe Anforderungen an die Temperaturbeständigkeit der Wicklungsisolation. Weil die im Leiterkupfer entstehende Wärme über die Hauptisolation zum (gekühlten) Statorblechkörper abgeführt werden muß, kann diese nicht beliebig dick gemacht werden, andererseits ist bei Hochspannungsmaschinen mit Nennspannungen von 16 kV und darüber eine bestimmte minimale Dicke der Hauptisolation einzuhalten. Es besteht daher ein großes Bedürfnis nach hochspannungsfesten und gleichzeitig thermisch gut leitenden Isolationsmaterialien.
- 20 Die Hauptisolation der Statorwicklung nach der US-A-4 806 806 oder der inhaltsgleich EP-A-0 266 602 besteht aus einem mehrschichtigen Isolierband bekannt, das in vielen Lagen um das Leiterbündel gewickelt ist. Das Isolierband ist entweder vorgängig mit Tränkharz versehen worden, oder es wird erst nach dem Aufwickeln des Isolierbandes appliziert. Das Isolierband selbst besteht aus mehreren dünnen Glimmerschichten und verstärkenden Glasgewebelagen. Zur Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit ist dem Tränkharz ein gut wärmeleitendes anorganisches Füllmittel, z. B. Bornitrid, Aluminiumnitrid, Siliziumnitrid, Aluminiumoxid, Magnesiumoxid, Berylliumoxid oder Siliziumcarbid, mit einer Korngröße von 0,1 – 15 µm zugemischt, wobei der Füllgrad mindestens 90 Gew% in den Maschen des Glasgewebes beträgt.

In der US-A-4,806,806 wird nun darauf hingewiesen, daß es von großer Bedeutung sein, mit kleinen Korngrößen zu arbeiten, weil einerseits dadurch die Homogenität der Durchmischung verbessert, andererseits die Gefahr der Beschädigung der empfindlichen Glimmerschicht herabgesetzt werde. Außer acht gelassen haben die Erfinder dieser Patentschrift jedoch die Tatsache, daß die Körner des Füllmittels auch und in besonderem Masse die Gewebefäden des Glasgewebes mechanisch angreifen. Diese Gewebefäden bestehen aus feinen bis feinsten Glasfasern, die miteinander verzwirnt sind, wobei der Faserdurchmesser in der Größenordnung der Korngröße des Füllmittels liegt. Diese scharfkantigen Körner können schon beim Wickeln und erst recht bei späteren Preßvorgängen die Gewebefäden beschädigen, so daß das Glasgewebe die ihm zugedachte Aufgabe, Träger und Verstärkung für den Glimmer zu sein, nicht mehr oder nur unvollkommen erfüllen kann.

## Kurze Darstellung der Erfindung

- 40 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Isolierband zu schaffen, das ohne Beeinträchtigung seiner elektrischen Isolationseigenschaften und seiner Festigkeit eine vergleichsweise hohe thermische Leitfähigkeit aufweist.

Aufgabe der Erfindung ist es ferner, ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Bandes anzugeben.

- 45 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Fäden des Gewebes mit einem Schutzüberzug aus Harz oder Lack versehen ist, wobei dieser Schutzüberzug im wesentlichen nur die Fäden umgibt, im übrigen jedoch die Maschen des Gewebes nicht ausfüllt, und daß der Anteil Glimmer gegenüber dem Füllmittel in Gew% ausgedrückt größer oder mindestens gleich 1 ist.

Ein Isolierung, die aus derart aufgebauten Isolierbändern besteht, zeichnet sich durch hohe elektrische, thermische und mechanische Lebensdauer aus. Weil sich das mit dem Füllmittel versetzte Tränkharz sich im wesentlichen nur zwischen den Maschen des Gewebes, nicht jedoch in der Glimmerschicht befindet, wird die Spannungsfestigkeit der Isolation sogar noch erhöht. Die scharfkantigen Körner des Füllmittels können die empfindlichen Fäden bzw. die Fasern, aus denen die Fäden bestehen, nicht anrätzen, so daß auch die mechanische Festigkeit während der Herstellung des Bandes und seiner Applikation auf den Leiterstab sowie im späteren Betrieb erhalten bleibt. Die gute thermische Ankopplung benachbarter Glimmerlagen — diese sind ohnehin selbst thermisch gut leitend — ist durch das nunmehr ebenfalls thermisch gutleitende Tränkharz gewährleistet.

Bei der Herstellung des Isolierbandes wird dabei im wesentlichen so vorgegangen, daß zunächst die Fäden des Gewebes mit einem dünnflüssigen Harz, vorzugsweise Epoxidharz, beschichtet werden, so daß im wesentlichen nur die Fäden mit einer Schutzschicht überzogen werden, das Harz jedoch nicht die Naschen des Gewebes ausfüllt. Danach wird das Füllmittel, suspendiert in einem Bindeharz, durch ein Rollen-Kalandrierverfahren auf das Gewebe aufgebracht. Anschließend wird das derart vorbehandelte Gewebe mit der Glimmerschicht verklebt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sowie die damit erzielbaren Vorteile werden nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert.

## 65 Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt, und zwar zeigt:  
Fig. 1 einen Schnitt durch einen aus gegeneinander isolierten Teilleitern aufgebauten, mit einer Hauptisola-

tion versehenen Leiterstab einer elektrischen Maschine;

Fig. 2 einen stark vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 1, welcher den Aufbau der Hauptisolation verdeutlicht.

### Wege zur Ausführung der Erfindung

Gemäß Fig. 1 besteht ein Leiterstab einer elektrischen Maschine aus einer Vielzahl gegeneinander isolierter Teilleiter 1, die jeweils mit einer Teilleiterisolation 2 versehen sind. Die zu einem Leiterbündel zusammengefaßten Teilleiter 1 sind von einer Hauptisolation 3 umgeben.

Im stark vergrößerten Ausschnitt gemäß Fig. 2 ist der schichtweise Aufbau der Hauptisolation aus einer Vielzahl übereinander gewickelter Isolierbänder 41, 42, 43, 44 zu erkennen.

Jedes Isolierband 41, 42, 43, 44, ... weist zwei Schichten oder Lagen auf: eine Glimmerschicht 5 und eine Glasgewebeschicht 6. Die Maschen des Glasgewebes, mit Kettfäden 7a und Schußfäden 7b, d. h. der Raum zwischen zwei benachbarten Glasfäden des Glasgewebes 6 ist vollständig von einem Harz 8 ausgefüllt, dem ein Metallocidpulver 9 mit Korngrößen zwischen 0,1 und 15 µm zugesetzt wurde. Die Glimmerschichten 5 hingegen enthalten praktisch kein Metallocidpulver.

Insoweit entspricht der Aufbau des Isolierbandes demjenigen nach der eingangs genannten US-A-4,806,806.

Erfnungsgemäß sind nun die Kettfäden 7a und die Schußfäden 7b des Glasgewebes mit einer Schutzschicht 10 versehen, deren Dicke in der Größenordnung der Größe der Körner 9 liegt und etwa 1 µm bis 10 µm, vorzugsweise 3 µm bis 5 µm, beträgt. Diese Schutzschicht 10 verhindert ein Anrinden der aus hauchdünnen Glasfasern 11 bestehenden Glasfäden. Die Schutzschicht 10 besteht vorzugsweise aus flexibilisiertem Epoxidharz, das mit dem späteren Tränkharz verträglich ist und auch die Glasfäden 7a und 7b und Glasfasern 11 gut benetzt.

Eine bevorzugte Ausführungsform des erfundungsgemäßen Isolierbandes weist folgende typische Kenngrößen auf:

Schichtdicke der Glasgewebeschicht 6:	50 µm
Schichtdicke der Glimmerschicht 5:	100 µm
Dicke der Schuß- und Kettfäden:	25 µm
Dicke der Fasern bzw. Filamente:	8 µm
Dicke der Schutzschicht 10:	5 µm
Korngröße des Aluminiumoxidpulvers:	3 µm
Bindharz 8:	Epoxidharz

Anstelle von Glasgewebe kann auch ein sogenanntes Mischgewebe eingesetzt werden, mit Kettfäden 7a aus Glasfäden und Schußfäden 7b aus Kunststoff, z. B. Polyester.

Bei der Herstellung des Isolierbandes wird dabei im wesentlichen so vorgegangen, daß zunächst die Fäden 7 des Glasgewebes 6 mit einem dünnflüssigen Harz, vorzugsweise Epoxidharz, beschichtet werden, so daß im wesentlichen nur die Fäden mit der Schutzschicht 10 überzogen werden, das Harz jedoch nicht die Maschen des Gewebes ausfüllt. Danach wird das Füllmittel (Harz und Metallocidpulver) mit einem Rollen-Kalandrierverfahren auf das Glasgewebe aufgebracht. Anschließend wird das derart vorbehandelte Gewebe mit der Glimmerschicht 5 verklebt.

### Bezugszeichenliste

- 1 Teilleiter
- 2 Teilleiterisolation
- 3 Hauptisolation
- 4x Isolierbänder
- 5 Glimmerschichten
- 6 Glasgewebeschicht
- 7a Kettfäden
- 7b Schußfäden
- 8 Harz
- 9 Metallocid-Partikel
- 10 Schutzschicht
- 11 Glasfasern

### Patentansprüche

1. Die Erfindung bezieht sich auf ein aus einer oder mehreren Gewebe- (6) und Glimmerschichten (5) bestehendes Isolierband, wobei im wesentlichen die Maschen des aus Fäden (7a, 7b) aufgebauten Gewebes (6) mit einem Harz (8) gefüllt sind, das mit einem Füllmittel versehen ist, das mikroskopisch kleine Partikel (9) enthält mit einer Wärmeleitfähigkeit größer als die des Harzes, dadurch gekennzeichnet, daß die Fäden (7a, 7b) des Gewebes (6) mit einem Schutzüberzug (10) aus Harz oder Lack versehen ist, wobei dieser Schutzüberzug (10) im wesentlichen nur die Fäden des Gewebes (6) umgibt, im übrigen jedoch die Maschen des Gewebes nicht ausfüllt, und daß der Anteil Glimmer gegenüber dem Füllmittel in Gew% ausgedrückt größer oder mindestens gleich 1 ist.
2. Isolierband nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Füllmittel zumindest aus einer Kompo-

nente besteht, die aus der aus Bornitrid, Aluminiumnitrid, Siliziumnitrid, Aluminiumoxid, Magnesiumoxid, Berylliumoxid oder Siliziumcarbid bestehenden Gruppe ausgewählt ist, und die Korngröße des Füllmittels zwischen 0,1 µm und 15 µm beträgt.

5 3. Isolierband nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht (10) aus Harz oder Lack besteht und zwischen 1 µm und 10 µm dick ist.

10 4. Isolierband nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Gewebe (6) Glasgewebe oder ein Mischgewebe mit einer Kette (7a) aus Glasfäden und einem Schuß (7b) aus Kunststoff, beispielsweise Polyester, ist.

15 5. Verfahren zur Herstellung eines Isolierbandes nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ausgehend von einem Gewebe zunächst die Fäden (7a, 7b) des Gewebes (6) mit einem dünnflüssigen Harz, vorzugsweise Epoxidharz, beschichtet werden, so daß im wesentlichen nur die Fäden (7a, 7b) mit der Schutzschicht (10) überzogen werden, das Harz jedoch nicht die Maschen des Gewebes ausfüllt, daß danach ein Harz mit Füllmittel auf das Gewebe (6) aufgebracht wird und anschließend das derart vorbehandelte Gewebe mit einer Glimmerschicht (5) verklebt wird.

15 Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

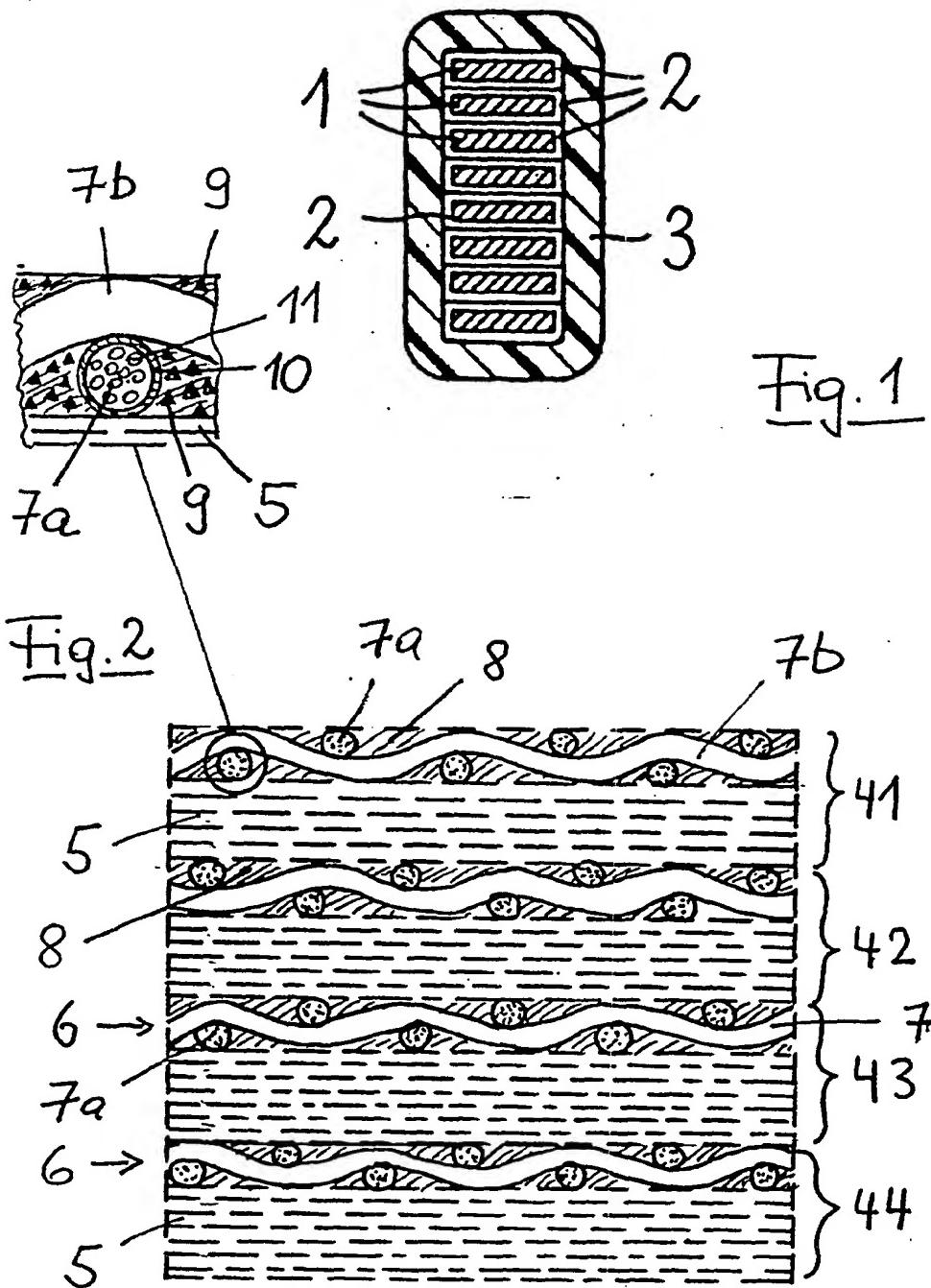
45

50

55

60

65



- Le rseite -